

ления дорожным движением. Каждое ограничение должно иметь четкое документальное обоснование эффективности и быть согласовано с контролирующими органами на предмет возможности полноценного контроля. В противном случае ограничение должно быть заменено предупреждением, информированием или рекомендацией.

Представленные в статье методологические вопросы организации движения позволили сделать вывод о том, что необходимо обязательно учитывать не только физическую опасность (аварийность, причем абсолютно все аварии), но еще и экологическую, экономическую и социальную опасности, а также установить то, что основным источником потерь в дорожном движении является неудовлетворительное управление. Поэтому основные усилия необходимо сосредоточить на реформировании управления системой организации дорожного движения. В этом случае может быть достигнут весьма значительный эффект, причем относительно быстро и без больших капиталовложений.

1. Врубель Ю. Организация дорожного движения. – Минск: Фонд Безопасности движения МВД Республики Беларусь, 1996. – 326 с.

2. Закон Республики Беларусь о дорожном движении. Правила дорожного движения (Новая редакция). – Минск: Беларусь, 2003. – 160 с

3. О мерах по повышению безопасности дорожного движения: Указ Президента Республики Беларусь от 28 ноября 2005 г. №551.

4. О мерах по повышению безопасности дорожного движения: Приказ Министерства автомобильного транспорта БССР от 17.06.76 г. №49Д.

Получено 14.02.2006

УДК 656.13

С.А. АЗЕМША

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

СТРАТЕГИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ВЫБОРЕ ОБРАТНОЙ ЗАГРУЗКИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА, РАБОТАЮЩЕГО НА МЕЖДУНАРОДНЫХ МАРШРУТАХ

Приводится методика, позволяющая определить время ожидания обратной загрузки транспортного средства, работающего на каком-либо направлении, при котором экономический эффект от выполненной работы будет максимальным.

Задача выбора рациональной загрузки транспортного средства является актуальной. С целью решения поставленной задачи в настоящее время на базе сети INTERNET создано множество информационных систем содержащих в себе информацию о готовых к перевозке грузах и об имеющемся подвижном составе. Это позволяет решить проблему поиска загрузки транспортного средства в обратном направлении, но в то же время ставит задачу выбора оптимальной обратной

загрузки.

В настоящее время на рынке транспортных услуг наблюдается ожесточение конкуренции как между разными видами транспорта, так и между различными предприятиями одного вида транспорта. В сложившихся условиях жесткой конкуренции между автоперевозчиками проблема повышения эффективности международных автомобильных перевозок становится еще более актуальной. Предложенные в литературе мероприятия по повышению эффективности магистральных автомобильных перевозок грузов, в большинстве своем направлены на оптимизацию существующих схем связи между грузоотправителями и грузополучателями. Актуальной задачей является поиск возможных вариантов загрузки автомобильного транспортного средства (в том числе в обратном направлении) и обоснованный выбор оптимального из них.

Решаемую в данной научной статье практическую задачу можно сформулировать следующим образом: автотранспортное предприятие осуществляет перевозку грузов из пункта X в пункт Y . При этом существует множество различных вариантов загрузки автомобиля, каждый из которых характеризуется своими технико-эксплуатационными и экономическими показателями. Необходимо сформировать такой маршрут работы автотранспортного средства, при котором эффект приносимый автомобилем был бы наибольшим. Но встает закономерный вопрос – что будет выступать мерой количества эффекта, т.е. необходимо сформировать критерий эффективности. В качестве такого критерия предлагается принять максимум удельной прибыли, получаемой от перевозок одним автомобильным транспортным средством за единицу времени на одну тонну его грузоподъемности.

В развернутом виде данное выражение примет вид [1]:

$$\Pi_{y\partial} = \frac{V_m(L_{e\partial}(\beta \cdot d_{y\partial} - S_{nep}) + T_{np\sigma\partial} \cdot d_{np})}{q(L_{e\partial} + \beta V_m(t_{np} + t_m + T_{np.\sigma\partial} + T_{ож\partial}))} - \frac{S_{носм}}{q}, \quad (1)$$

где V_m – средний пробег автомобиля за единицу времени движения; $L_{e\partial}$ – пробег автомобиля с грузом, за время работы на маршруте; β – коэффициент использования пробега автомобиля; $d_{y\partial}$ – удельная выработка за единицу пробега. Она зависит от грузоподъемности требуемого для перевозки автомобильного транспортного средства и может быть аппроксимирована линейной зависимостью $d_{y\partial} = a_{0y\partial} + a_{1y\partial}q_m$; S_{nep} – переменные затраты на единицу пробега. Эти затраты зависят

от грузоподъемности транспортного средства и фактического его использования $S_{nep} = a_{0nep} + a_{1nep}q(1 + a_{2nep}\beta\gamma_{cm})$; $T_{npсв}$ – ожидаемое время сверхнормативного простоя под грузовыми операциями по вине заказчика; d_{np} – оплата за единицу времени сверхнормативного простоя под грузовыми операциями по вине заказчика. Она может быть представлена также линейной зависимостью от грузоподъемности требуемого автомобиля $d_{np} = a_{0np} + a_{1np}q_m$; t_{np} – нормативное время на загрузку-разгрузку автомобильного транспортного средства; t_m – ожидаемая длительность простоев при контроле и документальном оформлении перевозок (на таможнях и др.); S_{nocm} – постоянные затраты за единицу времени работы. Эти затраты зависят в основном от грузоподъемности автомобильного транспортного средства $S_{nocm} = a_{0nocm} + a_{1nocm}q$; $T_{ож}$ – предполагаемая продолжительность ожидания попутной загрузки; q_m – грузоподъемность требуемого (заявленного) автомобильного транспортного средства ($q_m \leq q$); q – грузоподъемность автомобильного транспортного средства, которым выполняется перевозка.

В исследованиях [2] было установлено, что управляемыми параметрами в выражении удельной прибыли будут являться требуемая грузоподъемность (q_m), коэффициент использования пробега (β), длина ездки с грузом (L_{e2}) и время ожидания обратной загрузки ($T_{ож}$). То есть каждый возможный маршрут автомобильного транспортного средства будет характеризоваться своими управляемыми параметрами, которые в свою очередь будут формировать значение выбранного критерия эффективности – удельной прибыли. Таким образом, задача маршрутизации международных автомобильных перевозок грузов сводится к выбору из множества альтернативных маршрутов работы грузовых автомобилей такого маршрута, при работе на котором значения управляемых параметров обеспечат максимум удельной прибыли. Дальнейшее изучение данной проблемы позволило сформулировать гипотезу о зависимости коэффициента использования пробега, длины ездки с грузом и требуемой грузоподъемности от времени ожидания обратной загрузки. Таким образом, задача маршрутизации международных автомобильных перевозок грузов сводится к определению оптимального значения времени ожидания обратной загрузки, при котором величина удельной прибыли будет наибольшая.

С целью определения оптимального времени ожидания обратной загрузки была смоделирована работа грузовых автомобилей на разных маршрутах, полученных на основании обработки заявок на перевозку грузов из Российской Федерации в Республику Беларусь, размещенных на сайте www.belcargo.com в период с 13.12.2004г. по 17.12.2004г. Общая совокупность полученных маршрутов работы транспортного средства составила 1063 маршрута. С помощью пакета статистических программ STATISTICA 6.0 были определены виды зависимости управляемых параметров от времени ожидания обратной загрузки:

$$L_{ez} = 2021,493 - 0,027T_{ож}^2 + 32,935\sqrt{T_{ож}}. \quad (2)$$

$$\beta = \frac{1}{1,365 - 0,09 \ln(T_{ож} + 1) + 0,0009 T_{ож}}. \quad (3)$$

$$q_m = 19,176 + 0,923 \ln(T_{ож} + 1) - 0,498\sqrt{T_{ож}} + 0,015T_{ож}. \quad (4)$$

Кроме того, проведенные исследования позволили определить следующие зависимости:

- удельной прибыли от требуемой грузоподъемности:

$$d_{y\partial} = 860,91 + 48,58q_m. \quad (5)$$

- переменные затраты на единицу пробега:

$$S_{пер} = 440,33 + 24,32q(1 + 0,34\beta\gamma). \quad (6)$$

- оплата за единицу времени сверхнормативного простоя под грузовыми операциями по вине заказчика:

$$d_{np} = 11393,3 + 97,68q_m. \quad (7)$$

- постоянные затраты за единицу времени работы:

$$S_{норм} = 6701,96 + 57,46q. \quad (8)$$

Подставив выражения (2)-(8) в формулу (1), можно получить выражение зависимости удельной прибыли от времени ожидания обратной загрузки. Графическая интерпретация данной зависимости приведена на рис.1.

Анализируя рис.1, можно сделать вывод, что оптимальное время ожидания обратной загрузки для перевозок между Республикой Беларусь и Российской Федерацией равно 15 часов. Удельная прибыль при этом будет порядка 250 BYR/(ч т). Полученное значение оптимального времени ожидания является средним и не отражает специфических аспектов работы автотранспортных средств на различных маршрутах, таких как длина прямой ездки, интенсивность появления заявок в обратном направлении и т.д. Поэтому, можно предположить, что на ве-

личину времени ожидания обратной загрузки будут оказывать влияние те грузы, которые предлагаются на некотором расстоянии от пункта прямой выгрузки – а именно частота их появления и расстояние от пункта первой выгрузки до места их появления (длины первого порожнего пробега L_{n1}). Так же можно предположить, что влияние загрузки расположенной на расстоянии L_{n1} от пункта первой выгрузки на время ожидания обратной загрузки будет тем больше, чем меньше будет длина порожнего пробега. Поэтому, целесообразным будет ввести новый фактор, влияющий на оптимальное время ожидания обратной загрузки и зависящий от интенсивности появления грузов в пунктах, расположенных на некотором расстоянии от пункта первой выгрузки. Назовем этот параметр удельная частота. Удельная частота загрузок расположенных расстояний $L_{ni} \leq L$ будет определяться

$$N_{y\partial L} = \sum_{i=1}^n \frac{N_{Lni}}{L_{ni}}, \quad (9)$$

где L – максимальное расстояние между пунктами первой выгрузки и возможной второй загрузки при котором интенсивность появления загрузок в последнем оказывает влияние на время ожидания обратной загрузки (согласно проведенным исследованиям данное расстояние равно 1000 км), км; N_{Lni} – интенсивность появления обратных загрузок в пункте N , расположенном на расстоянии L_{ni} от пункта первой выгрузки, ед./ч; L_{ni} – расстояние между пунктом прямой выгрузки и i -й обратной загрузкой (первый порожний пробег), км.

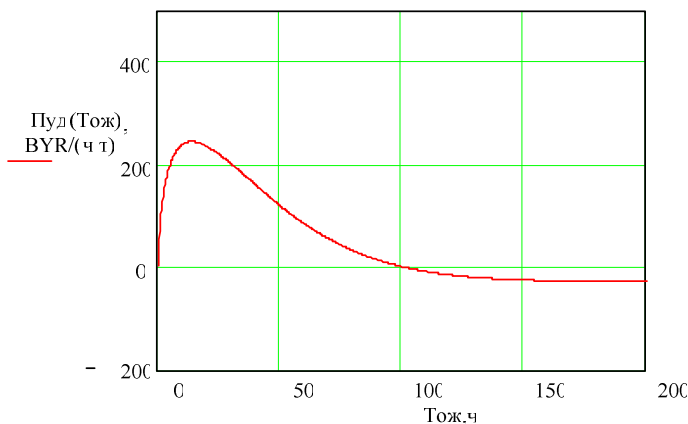


Рис.1 – Зависимость удельной прибыли от времени ожидания

Кроме того, можно предположить, что на оптимальное время ожидания обратной загрузки оказывает влияние длина груженого пробега в прямом направлении. Таким образом, зависимость времени ожидания обратной загрузки будет иметь вид: $T_{ож} = f(L_{er1}, N_{удL})$.

Произведем анализ влияния указанных факторов на оптимальное время ожидания обратной загрузки с помощью программы STATISTICA. Результаты анализа приведены на рис.2, из которого видно, что коэффициент корреляции равен 0,72, коэффициент детерминации – 0,52, т.е. построенная регрессия объясняет более 52% разброса значений переменной $T_{ож}$ относительно среднего. Скорректированный коэффициент детерминации равен 0,516; стандартная ошибка оценки (является мерой рассеяния наблюдаемых значений относительно регрессионной прямой) равна 885; значение t -статистики равно -4,658 при уровне значимости равно 0; значение критерия Фишера равно 163,4. Полученные значения критерия Фишера и уровня значимости позволяют сделать вывод о высокой степени значимости построенной модели.

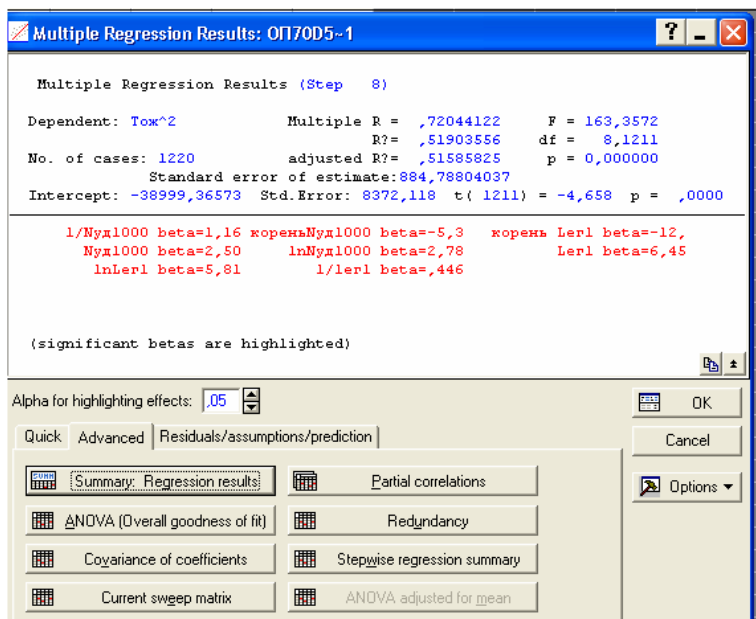


Рис.2– Результаты анализа влияния факторов на время ожидания обратной загрузки

На рис.3 приведено окно *Regression Summary*, где видны коэффи-

циенты уравнения регрессии.

Regression Summary for Dependent Variable: Тож*2 (ОП700Д5~1)						
R= ,72044122 R²= ,51903556 Adjusted R²= ,51585825						
F(8,1211)=163,36 p<0,0000 Std.Error of estimate: 884,79						
N=1220	Beta	Std. Err. of Beta	B	Std. Err. of B	t(1211)	p-level
Intercept			-38999,4	8372,12	-4,86824	0,000004
1/Нуд1000	1,1612	0,070576	1,2	0,07	16,45388	0,000000
кореньНуд1000	-5,2656	0,537851	-46908,9	4791,45	-9,79011	0,000000
корень Ler1	-12,1786	1,677782	-1868,3	257,39	-7,25875	0,000000
N _{yd1000}	2,5027	0,289927	47747,2	5531,39	8,63204	0,000000
lnN _{yd1000}	2,7803	0,312478	1863,3	209,41	8,89760	0,000000
Ler1	6,4506	0,875625	14,4	1,96	7,36681	0,000000
lnLer1	5,8128	0,879707	14088,9	2132,21	6,60766	0,000000
1/ler1	0,4465	0,086162	500924,1	96673,75	5,18159	0,000000

Рис.3 – Окно Regression Summary

Из рис.3 следует, что регрессионная модель будет иметь вид:

$$T_{ожопт} = \sqrt{-38999,4 + 1,2 \frac{1}{N_{yd1000}} - 46908,9 \sqrt{N_{yd1000}} - 1868,3 \sqrt{L_{er1}} + 47747,2 N_{yd1000} + 1863,3 \ln(N_{yd1000}) + 14,4 L_{er1} + 14088,9 \ln(L_{er1}) + 500924,1 \frac{1}{L_{er1}}} \quad (10)$$

Используя полученную зависимость, можно определить оптимальное время ожидания обратной загрузки, которому будет соответствовать максимальное значение удельной прибыли. При использовании выражения (10) может быть получено оптимальное время ожидания обратной загрузки меньшее нуля. В этом случае следует принимать значение времени ожидания обратной загрузки равное нулю. При расчете оптимального времени ожидания обратной загрузки с помощью полученного выражения может возникнуть ситуация, когда момент предъявления оптимальной загрузки придется на ночное время. Решение этой задачи будет следующим этапом наших исследований.

Таким образом, можно отметить, что рассматриваемая проблема повышения эффективности международных автомобильных перевозок грузов является достаточно актуальной. Анализ литературных источников показал, что в настоящее время не существует методик, позволяющих определить обоснованные сроки ожидания обратной загрузки транспортных средств. В данной работе предложена методика, позволяющая определить такое время ожидания обратной загрузки, при котором значение выбранного критерия эффективности (удельной прибыли) будет максимальным.

1.Аземша С.А., Седюкевич В.Н. Критерии оптимальности для маршрутизации магистральных автомобильных перевозок грузов с учетом разновременности отправок //

Материалы 2-й Междунар. науч.-техн. конф. «Наука – образованию, производству, экономике». Т.1. – Минск: БНТУ, 2004. – С.279-281.

2.Аземша С.А. Выбор управляемых параметров критерия эффективности магистральных грузовых автомобильных перевозок // Сборник докладов 8-й Конференции молодых ученых Литвы «Литва без науки – Литва без будущего». – Вильнюс: Техника, 2005. – С.306-311.

Получено 14.02.2006

УДК 621.311.4.011.57

В.С.МОГИЛА, канд. техн. наук, Н.А.ОЛЕШКЕВИЧ

*Белорусский государственный университет транспорта, г.Гомель
(Республика Беларусь)*

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА С УЧЕТОМ СЛУЧАЙНЫХ ФАКТОРОВ

Предлагается методика построения кривых движения подвижного состав городского электрического транспорта с большей, чем по традиционным методам точностью. Методика предполагает снижение требований к вычислительным мощностям машин.

Современный городской электрический транспорт (ГЭТ) работает совместно со многими другими видами подвижного состава (ПС), такими как автобусы, маршрутные такси, а также с видами транспорта, не имеющими никакого отношения к массовым перевозкам пассажиров: грузовые и частные автомобили, мотоциклы и т.д. В условиях города также нередки случайные помехи на проезжей части в виде пешеходов, животных, дорожных выбоин. Все вышеперечисленные факторы с точки зрения моделирования являются случайными и носят непредсказуемый характер. Регулируемые и нерегулируемые перекрестки, не смотря на кажущуюся предсказуемость светофорного регулирования, так же являются случайной помехой. Это объясняется несовместимыми масштабами времени, в которых работают ГЭТ и отдельно взятый светофор. Несмотря на сложность поставленной задачи учета всех таких случайностей, имитация непредсказуемых элементов является ключевой в повышении точности моделирования движения ГЭТ.

Нами предлагается имитационная модель с возможностью учета такого случайного фактора, как светофорное регулирование. В дальнейшем планируется усложнить модель и задействовать все (по возможности) случайные факторы, упоминавшиеся выше. Начальный выбор нами светофорного регулирования объясняется тем, что для имитации такого элемента не требуется использование каких-либо законов распределения и масштабных натурных исследований. Чтобы математически описать такой объект нужно знать только расстояние,